

А.А. АНДИЛАХАЙ, канд. техн. наук, ПГТУ, г. Мариуполь

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЗАТОПЛЕННЫМИ СТРУЯМИ

В работе обоснованы технологические возможности перспективного метода отделочной обработки поверхностей воздушными струями, затопленными абразивной суспензией

We justify the technological possibilities of a promising method of finishing the formation-processing surfaces, air jets, submerged abrasive slurry

Отделочная обработка деталей зернистым абразивом, с подачей абразивной суспензии через сопла под высоким давлением широко применяется в машиностроении, оптико-механическом производстве, радио- и электротехнической промышленности [1–6]. Этот метод позволяет выполнять ряд трудоемких технологических операций, к которым относятся: удаление заусенцев, скругление острых кромок, очистка поверхностей деталей от окисной пленки, подготовка деталей под гальванические покрытия и др.

Основным недостатком этого метода обработки является интенсивный износ сопел, через которые прокачивается абразивная суспензия. Так, по данным различных источников стойкость сопел струйных аппаратов, изготовленных из закаленной стали, составляет 8–12 часов, из отбеленного чугуна – 16–25 часов, из твердого сплава – 40–50 часов. В связи с этим, определенный интерес представляет метод обработки с помощью струй сжатого воздуха, затопленных абразивной суспензией, так как при такой схеме обеспечивается сохранность (долговечность) сопел, подающих сжатый воздух.

Цель работы – обоснование технологических возможностей абразивной обработки деталей затопленными струями.

Сущность данного метода обработки заключается в том, что в рабочую камеру, содержащую свободно помещенные обрабатываемые детали и абразивную суспензию, подают сжатый воздух в виде струй, расположенных таким образом, чтобы достигались обработка и перемешивание деталей [7], а также обеспечивалась сохранность внутренних поверхностей рабочей камеры. Обеспечение равномерного перемешивания обрабатываемых деталей и всестороннее воздействие абразивных зерен на их поверхности является важнейшим условием достижения высоких положительных результатов. Эффективность процесса может быть утрачена из-за нарушения пропорций (баланса) между этими двумя факторами. Так, перемешивание, т.е. транспортировка деталей и абразивных зерен по замкнутой траектории внутри рабочей камеры с высокой скоростью противоречит условию достижения существенной разностей скоростей между абразивными зернами и обрабатываемыми деталями. С другой стороны, интенсивное локальное воздействие абразивных зерен на обрабатываемые поверхности без должного перемешивания приведет к

искажению геометрической формы отдельных деталей и неравномерной обработке партии.

В процессе абразивной обработки затопленными струями деталей малой жесткости их геометрическая форма сохраняется благодаря тому, что усилия, возникающие при взаимодействии единичных абразивных зерен с деталями невелики. Вместе с тем, эти усилия должны быть достаточны для выполнения работы деформации в локальных объемах обрабатываемого материала. Поэтому наиболее предпочтительными для обработки являются детали, материал которых характеризуется относительно невысокими прочностными параметрами, например, многие сплавы на основе меди и алюминия. Особенно широкое применение находят детали, получаемые штамповкой из листовой латуни на предприятиях радио- и электротехнической промышленности, и детали из сплавов на основе алюминия, получаемые точением на предприятиях оптико-механического производства. Процесс перемешивания деталей обеспечивается струями сжатого воздуха и потока жидкости и зависит от ряда параметров, в том числе от массы, размеров, лобового сопротивления, плотности материала детали, диаметра сопел и давления сжатого воздуха. Необходимо отметить, что в связи с большим числом параметров определение максимально допустимой массы одновременно обрабатываемых деталей представляет определенную трудность.

Установлено, что процесс перемешивания деталей в значительной мере определяется их геометрической формой. Кромки плоских деталей подвергаются более интенсивной обработке, чем плоскости. Экспериментально установлено, что поверхности деталей разной массы в диапазоне 0,5–5 г при расходе сжатого воздуха 0,34 м³/мин подвергаются обработке неодинаково. Так, в диапазоне 0,5–2,5 г, когда отдельные детали сравнительно легко подхватываются струями, преимущественное воздействие абразивных зерен на кромке деталей четко выражены. С увеличением массы деталей от 2,5 до 5 г, когда детали при имеющихся условиях труднее перемешиваются, количество отпечатков увеличивается как на торцовых, так и на плоских поверхностях, при этом преобладание воздействия на какие-либо поверхности не проявляется.

Следы воздействия абразивных зерен на обрабатываемый материал чаще всего имеют форму царапин длиной 45–120 мкм и глубиной 2–6 мкм. В ряде случаев по кромкам царапин располагается вытесненный из них металл, имеющий форму валика высотой 0,5–5 мкм. На основе сопоставления следов абразивных зерен на образцах, которые обрабатывались в свободном состоянии и закрепленным относительно струи, а следовательно, с известным направлением воздействия, установлено, что абразивное зерно прочерчивает след, постепенно углубляющийся в металл, часто оканчивающийся валиком вытесненного металла. Единичные следы на образцах, обработанных в закрепленном и незакрепленном состояниях, идентичны и отличаются лишь размерами и направлением воздействия зерен.

Подсчетом количества следов абразивных зерен на поверхности полированных образцов определен процент следов, из которых удален металл. Эти следы составляют 4–5% от их общего числа.

Из кинограмм движения абразивных частиц и деталей установлено, что в воздушной струе, истекающей в жидкость, скорость абразивных зерен из карбида кремния зеленого (63С, 63П) и фарфоровых шариков диаметром 2,6 мм составляет 2,0–3,1 м/с, а скорость деталей из латуни ЛС 59-1 (габаритными размерами 10х25х1,5) – 1,4 м/с. Очевидно, что разность скоростей абразивной частицы и детали близка к начальной скорости внедрения и составляет от 0,6 до 2,0 м/с. Скорость абразивных зерен и деталей изменяется в указанных диапазонах по мере удаления от среза сопла.

Разработка и внедрение струйно-абразивных полуавтоматов в производство позволила полностью исключить ручной труд при зачистке труднообрабатываемых деталей, обеспечила снижение трудоемкости устранения заусенцев и скругления острых кромок на пластинах на 95%. Данная технология обеспечивает также двойной эффект обработки – удаление заусенцев и получение матовой поверхности на деталях за одну операцию.

Второй разновидностью использования метода абразивной обработки затопленными струями является обработка поверхностей проката, полосы, листа или проволоки. Схема устройства для удаления окалины, окисной пленки, получения матовой поверхности, обезжиривания и т. п. представлена на рис. 1.

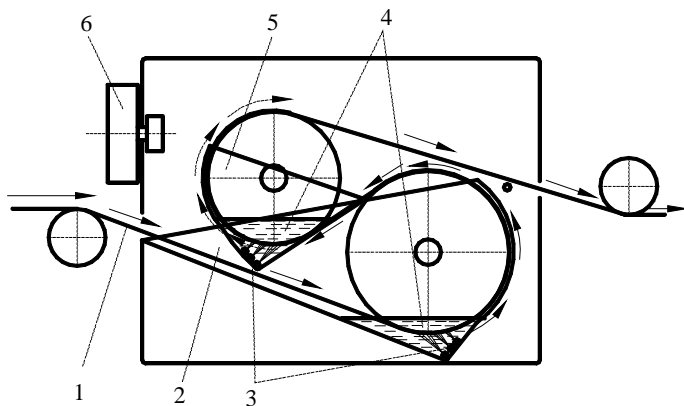


Рис. 1. Схема устройства для струйно-абразивной двусторонней очистки тонколистового проката затопленными струями: 1 – прокат; 2 – емкость с барабаном и абразивной суспензией для обработки нижней стороны проката; 3 – сопловые аппараты; 4 – абразивная суспензия; 5 – емкость с барабаном и абразивной суспензией для обработки противоположной стороны проката; очиститель воздуха

Основными достоинствами представленной схемы является сохранность каналов сопел, подающих сжатый воздух, а также многократное (циркуляционное) использование ограниченного количества абразивного порошка, содержащегося в абразивной суспензии. Особенностью процесса обработки является то, что вовлечение абразивных зерен из суспензии в струю сжатого воздуха и сообщение им кинетической энергии, достаточной для выполнения работы микрорезания, осуществляется за пределами сопла, начиная с незначительной скорости, близкой к скорости движения попутного потока суспензии. Исследован ряд разновидностей воздушных сопел (цилиндрических, расширяющихся, сужающихся, сверхзвуковых и др.) по критерию инжекции абразивных зерен в струю сжатого воздуха, затопленную абразивной суспензией. Оценка производилась по отпечаткам абразивных зерен на полированных металлических экранах. Наилучшие результаты получены при использовании сверхзвуковых сопел Лаваля.

При воздействии воздушно-абразивной струи на поступательно движущуюся поверхность (в условиях прокатки) плотность и глубина следов абразивных зерен уменьшается от середины образующейся полосы к краям. Причем, рассеяние указанных показателей подчиняется закону нормального распределения Гаусса. В итоге можно получить равномерно обработанную сплошную поверхность.

Экспериментально установлено, что наиболее значимыми конструктивными и технологическими параметрами процесса, в наибольшей степени влияющими на производительность обработки, являются диаметр и количество сопел, подающих сжатый воздух в рабочую камеру, давление сжатого воздуха, расстояние от среза сопла до обрабатываемой поверхности, размер абразивного зерна, а также суммарная масса абразивного порошка. Таким образом показано, что метод обработки поверхностей струями сжатого воздуха, затопленными в абразивной суспензии, является наиболее перспективным методом отделочной обработки, обеспечивающим зачистку деталей малой жесткости и массой до 3 г.

Список литературы: 1. Кремень З.И. Турбоабразивная обработка деталей сложного профиля / З.И. Кремень, М.Л. Миссарский, В.З. Гузель. - М.: НИИмаш, 1987. - 53 с. 2. Белецкий Д.Г. Основные параметры безэжекционной гидроабразивной обработки / Д.Г. Белецкий, В.Н. Жемчугов // Вестник машиностроения, 1967, №5. - С. 53 – 56. 3. Проволоцкий А.Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин / А.Е. Проволоцкий – К: Техника, 1989. - 177 с. 4. Пазюк Е.И. Современные установки и технология гидроабразивной обработки / Е.И. Пазюк. – Л.: Лениздат, 1953. - 175 с. 5. Горбунов Б.И. Процессы и оборудование абразивно-алмазной обработки // Межвузовский сборник научных трудов / Под редакцией Б.И. Горбунова. – М.: ВЗМИ, 1980, вып. 4. – 161 с. 6. Наумов А.Л. Беспыльная пескоструйная обработка / А.Л. Наумов, В.В. Новгородцев // Автомобильная промышленность. – 1991. – № 5. – С. 26 – 27. 7. Андилахай А.А. Абразивная обработка деталей затопленными струями / А.А. Андилахай. – Мариуполь: ПГТУ, 2006. – 190 с.

Поступила в редколлегию 15.09.2010